

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
에너지 절감 및 시설재배 기술개발		시설원예	'12	농업기술원 원예산업연구과	이상덕
신재생에너지 농업이용 사례 및 이용가능기술조사 연구		시설원예	'12	농업기술원 원예산업연구과	이상덕
색인용어	시설원예, 에너지, 난방비, 지열난방				

## ABSTRACT

To provide fundamental data which help to establish a policy to save cooling and heating cost in greenhouse, geothermal energy systems of 30 farms were analyzed from 2010 to 2011. The area of five vegetables farms were 3.2ha, twenty two flower farms 7.6ha, and three raising seedling farms 1.4ha. Four farms adopted the vertical open water flow type, four farms the vertical closed air flow type. Among geothermal energy system, heating cost was decreased by 75% with geothermal heat pump system than diesel heating system. In addition, it could be save energy by using wastewater released at 23°C from electronics factory in cold weather.

**Key words** : geothermal heat pump system, heating cost

### 1. 연구목표

시설원예 난방비는 작물에 따라 다소 차이는 있으나 경영비의 30~50%로 난방비가 차지하는 비율은 상당히 높은 편이다. 매년 지속되는 국제유가 상승은 국내 시설원예 농가의 경영비 가중의 원인이 되고 있다. 농업용 면세경유 가격도 국제 유가의 상승에 따라 2010년 10월 기준 852원/ℓ 대비 2012년 9월 기준 1,240원/ℓ로 31%가 인상되었다.

시설원예 농가에서는 경영비의 큰 부분을 차지하고 있는 난방비용을 줄이는 것이 무엇보다 중요한 당면과제라 생각된다. 우리나라와 같이 에너지 자원이 전무한 현실을 극복하기 위해서는 신재생에너지의 농업 이용기술이 매우 중요하다고 생각된다. 따라서 정부에서는 과도한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 해결방안이라는 점에서 신재생에너지에 대한 과감한 보급정책을 추진하고 있다.

본 연구는 시설원예 난방비 절감정책 수립 기초자료 제공을 위하여 신재생에너지의 농업 이용 사례 및 이용 가능기술조사 연구를 수행하였으며 그 결과를 보고 한다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 2012년 경기도내 지열난방시스템 설치농가를 대상으로 하여 현지면담 설문조사와 시설원에 난방에너지 열원으로 이용가능한 온·배수 배출현황을 도내 전자산업 사업장을 대상으로 하여 조사하였다.

신재생에너지 농업이용 사례조사는 에너지효율화사업으로 추진중인 지열난방시스템 설치농가를 대상으로 설치비용, 설치방식, 히트펌프용량, 펜코일유니트용량, 천공깊이, 보조난방기, 보온형태, 운영상 문제점 및 농가 애로사항을 조사하였다. 또한 난방비 절감효과 분석을 위하여 지열난방시스템 3농가와 경유보일러 1농가를 대상으로 하여 전력비용, 경유비용, 시설비의 감가상각비용을 계산하여 비교분석 하였다.

신재생에너지 농업이용 가능기술 조사는 시설원에 농가에서 난방에너지 열원으로 이용가능한 도내 전자산업장을 대상으로 온·배수 배출현황, 배출 수온 등을 조사하였다.

## 3. 결과 및 고찰

2010년~2011년 지열난방시스템 설치농가는 30농가로 12.2ha 이었으며, 작목별로는 채소 5농가, 3.2ha, 화훼 22농가 7.6ha, 공동육묘장 3농가 1.4ha 이었고, 2012년 설치 예정농가는 7.1ha 이었다(표1). 지열난방시스템 설치방식은 수직개방형 물-물방식이 4농가, 수직밀폐형 물-물방식 4농가, 물-공기방식 22농가 이었다.

물-물방식은 기존 온수보일러 난방시설 활용이 가능하다는 장점이 있는 반면 물-공기방식에 비하여 물탱크, 공급순환펌프 등 시스템이 복잡하고 사후관리 비용이 증가하는 단점이 있었다. 물-공기방식은 물-물방식에 비하여 시스템이 간단하고 시설비와 사후관리비가 저렴한 반면 토출구 온도가 40~45℃의 고온으로 작물에 건조피해가 발생하는 단점이 있었다.

표1. 연도별 지열난방시스템 설치 현황

연도	작목	설치 농가수	면적 (ha)	시설비용 (백만원)		주재배작목	비 고
				총비용	ha당비용		
2010 (11)	채소	-	-	-	-	-	○ 수직개방형
	화훼	9	4.0	5,454	1,364	심비디움, 안스리움 등	- (물-물) : 4농가 ○ 수직밀폐형
	육묘	2	0.7	879	1,256	채소, 화훼육묘	- (물-물) : 4농가 - (물-공기) : 3농가
2011 (19)	채소	5	3.2	5,296	1,655	토마토, 엽채류 등	○ 수직밀폐형
	화훼	13	3.6	4,727	1,313	안스리움, 분화류 등	- (물-공기) : 19농가
	육묘	1	0.7	670	957	채소육묘	
2012 (20)	채소	3	2.4	2,913	1,214	파프리카 등	○ 수직밀폐형
	화훼	17	4.7	6,070	1,291	안스리움, 분화류 등	-천공공사,그라우팅, 기계시설 등 70%

2010년~2011년 지열난방시스템 설치농가 30농가중 28농가는 에너지 부하를 최소화하기 위하여 보온시설을 하였으나, 2농가는 투광량을 이유로 보온재를 미설치한 상태로 재배하고 있었다(표2). 또한 지열난방시스템으로 난방이 충분하다고 판단하여 보조난방기를 미설치한 2농가는 겨울철 작물재배가 불가능하여 지열난방시스템의 효율적인 운영을 위해서는 반드시 보조난방기 설치가 필요하였다.

표2. 지열난방시스템농가 시설내용('10~'11년 30농가)

시설형태	유리온실 5농가	비닐하우스 24농가	경질판온실 1농가	비고 -
보온형태	1겹보온(다겹) 2농가	2겹보온 16농가	3겹보온 10농가	미설치 2농가
보조난방기	전기난방기 4농가	경유난방기 24농가	미설치 2농가	- -
천공깊이	150~199m 19농가	200~249m 8농가	250~299m 1농가	300m이상 2농가

2011년 11월부터 2012년 5월 까지의 난방비용 분석결과 지열난방시스템은 경유보일러 난방에 비하여 75%의 난방비 절감효과가 있었으며, 기계설치비 등의 감가상각비를 포함한 총 난방비용은 35%의 절감효과가 있어 지열난방시스템은 경제성이 있는 것으로 판단되었다(표3).

표3. 지열히트펌프시스템의 난방비 절감효과 (단위 : 천원/10a)

구 분	지열히트펌프시스템				대조(경유보일러, 이천)
	평균	I (가평)	II (용인)	III (이천)	
전력비용	1,973	1,754	2,256	1,910	140
경유비용	1,422	3,673	-	593	13,190
난방비용	3,395(75%)	5,427	2,256	2,503	13,330(100%)
총비용 (감가상각비포함)	10,701(35%)	13,427	8,173	10,503	16,500(100%)

- 경유비용은 면세유(1,240원/L) 적용
- 감가상각 비용은 내용년수 8년 적용 - 통계청(2009) 온실난방용대체에너지화기기 내용년수 적용

반도체, 디스플레이 등의 전자산업은 공정수에 높은 에너지 투입에 따라 폐수 방류수의 수온이 동절기에도 23℃로 방류되고 있어 농업시설에 활용 가능성은 높으나 폐온·배수는 신재생에너지로 지정되어 있지 않아 법률적인 지원근거가 없어 초기 투자비용의 과다로 농가에서 이용은 쉽지 않을 것으로 생각되었다.

표4. 전자산업 온·배수 배출현황(경기도내)

지역	사업장명	폐수량(톤/1일)	수온(℃)	방류하천
과주	LG디스플레이	230,000	23~29	만우천
이천	SK하이닉스	40,000	23~29	죽장천
수원	삼성전자 기흥사업장	45,000	23~29	원천리천, 오산천
화성	삼성전자 화성사업장	45,000	23~29	원천리천

#### 4. 적요

시설원에 난방비 절감정책 수립 기초자료 제공을 위하여 신재생에너지의 농업이용 사례 및 이용 가능기술조사 연구결과는 다음과 같다.

- 2010년~2011년 지열난방시스템 설치농가는 30농가로 12.2ha 이었으며, 작목별로는 채소 5농가, 3.2ha, 화훼 22농가 7.6ha, 공동육묘장 3농가 1.4ha 이었다.
- 지열난방시스템 설치방식은 수직개방형 물-물방식이 4농가, 수직밀폐형 물-물방식 4농가, 물-공기방식 22농가이었다.
- 지열난방시스템은 경유보일러 난방에 비하여 75%의 난방비 절감효과가 있었으며, 기계설치비 등의 감가상각비를 포함한 총 난방비용은 35%의 절감효과가 있었다.
- 전자산업장의 폐수 방류수는 수온이 동절기에도 23℃로 방류되고 있어 농업 시설에 활용 가능성이 높았다

#### 5. 인용문헌

- 농림수산식품부. 2011. 냉·난방시설 설치 지원요령  
 한국에너지정보센터. 2012. 신재생에너지저널  
 농촌진흥청. 2007. 시험연구 결과보고서

#### 6. 연구결과 활용제목

- 지열난방시스템 설치농가 저압에어포그 설치(정책제안)

## 7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'12
신재생에너지 농업이용 사례 및 이용가능기술조 사 연구	책임자	농업기술원 원예산업연구과	농업연구관	이상덕	세부수행총괄	○
	공동연구자	“	농업연구사	이상우	자료조사	○
		“	농업연구사	심상연	자료조사	○
		“	농업연구사	이영석	자료조사	○
		“	농업연구관	김성기	시험자문	○
		“	무기직	백미영	시험보조	○